UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL

**FACULTAD DE INGENIERÍA QUÍMICA
MAESTRÍA EN INGENIERÍA AMBIENTAL**

PROGRAMA DE MAESTRÍA EN INGENIERIA AMBIENTAL

**“TRATABILIDAD DE LAS AGUAS RESIDUALES INDUSTRIALES DE UNA
EMPACADORA DE CAMARÓN EN LA DEGRADACIÓN DE LA MATERIA
ORGÁNICA MEDIANTE LA ADAPTACIÓN Y APLICACIÓN DE
LOMBRICES ACUÁTICAS”**

**PROYECTO DE TRABAJO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL
GRADO DE MAGISTER EN INGENIERÍA AMBIENTAL**

**AUTOR: ING. MENDIETA BRAVO JAIRO SEBASTIÁN
ASESOR: MSc. VÁSCONEZ GAVILANES JOSÉ ERNESTO**

GUAYAQUIL, ENERO, DEL 2012

DEDICATORIA

El presente trabajo está dedicado a un ser muy especial y divino que es Dios, por escucharme en todo momento y darme día a día las fuerzas necesarias para seguir en este mundo.

A mi señora madre Celia Cruz Bravo, que con su amor y consejos, ha sido un pilar fundamental para la realización y culminación de esta maestría y tesis de grado.

A mi padre que desde el cielo siempre me está guiando por el camino del bien y me da fuerzas para seguir adelante.

A mis hermanos, sobrinos, y en especial a karlita que ha sido mi fuente de inspiración para la satisfactoria culminación del presente trabajo.

AGRADECIMIENTO

A los representantes de la empacadora OCEANPAC S.A por permitirme desarrollar el presente trabajo de investigación.

A la Ing. María Eugenia Cedeño, por apoyarme moralmente en el cumplimiento de otra de mis metas.

A la Facultad de Ingeniería Química por abrirme las puertas y darme la oportunidad de superarme.

ÍNDICE

CONTENIDO	Pág.
PORTADA	i
DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTO	iii
ÍNDICE GENERAL	iv
ÍNDICE DE CUADROS	ix
ÍNDICE DE TABLAS	x
ÍNDICE DE GRÁFICOS	xi
ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS	xv
RESUMEN	xvi
ABSTRAC	xvii
INTRODUCCIÓN	1

CAPÍTULO I**EL PROBLEMA**

1.1.- Definición del problema	4
1.2.- Antecedentes	5
1.3.- Objetivos	5
1.3.1.- Objetivo general	5
1.3.2.- Objetivos específicos	5
1.4.- Justificación	6
1.6.- Hipótesis	7
1.7.- Ubicación geográfica	7

ÍNDICE

CONTENIDO	Pág.
CAPÍTULO II	
MARCO TEÓRICO	
2.1.- Fundamentación teórica	8
2.1.1.- Naturaleza de las aguas residuales	8
2.1.2.- Criterios de un tratamiento de agua residual industrial	9
2.1.3.- Selección de un tratamiento	11
2.1.3.1.- Pretratamiento	12
2.1.3.2.- Tratamientos primarios	12
2.1.3.3.- Tratamientos secundarios	13
2.1.4.- Clasificación científica de organismos	17
2.1.5.- Morfología externa	19
2.1.6.- Anatomía	20
2.1.7.- Aparato digestivo y excretor	22
2.1.8.- Aparato circulatorio y respiratorio	22
2.1.9.- Sistema nervioso	23
2.1.10.- Reproducción y desarrollo	23
2.1.11.- Sistemática	25
2.2.- Fundamentación Legal	25

ÍNDICE**CONTENIDO** **Pág.****CAPÍTULO III**
LA METODOLOGÍA

3.1.- Diseño de la investigación	29
3.2.- Procedimiento de la investigación	29
3.3.- Población	30
3.3.1.- Caracterización de la población	30
3.3.2.- Tipo de investigación	30
3.4.- Técnicas de recopilación de la información	30
3.5.- Técnicas para el procesamiento y análisis de los resultados	30
3.5.1.- Tratamiento de la información	30
3.5.2.- Técnicas estadísticas	31
3.5.3.- Presentación de la información	31

CAPÍTULO IV
DESARROLLO DE LA INVESTIGACIÓN

4.1.- Origen y características de las aguas residuales generadas en una empacadora de camarón	32
4.1.1.- Generación de agua de limpieza de camarón y planta	32
4.1.2.- Conducción y disposición del agua residual generada	34
4.2.- Recolección de los microorganismos (OLIGOQUETOS)	35

ÍNDICE

CONTENIDO	Pág.
4.3.- Adaptación y climatización	36
4.4.- Dimensionamiento de la planta piloto de tratamiento	44
4.5.- Técnicas del lombrifiltro	51
4.6.- Tratamiento del agua residual industrial de una empacadora de camarón	54
4.6.1.- Descripción del tratamiento	55

CAPÍTULO V**ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS**

5.1. Análisis e interpretación de resultados proceso continuo	67
5.2. Análisis e interpretación de resultados proceso continuo en 24 horas	100

CAPÍTULO VI**CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

6.1. Conclusiones	113
6.2. Recomendaciones	115
6.3. Referencias bibliográficas	117
6.4. Bibliografía	118

Anexos

Plano de ubicación geográfica empacadora (proyecto)

Resultado de análisis de laboratorio

Certificado de revisión ortográfica

Plano hídrico sanitario de la empacadora

ÍNDICE DE CUADROS

CONTENIDO	Pág.
Cuadro 2.1.- Clasificación de las lagunas con base en la presencia y fuentes de oxígeno	15
Cuadro 4.1.- Comparación del método con sistemas tradicionales del tratamiento t	53
Cuadro 4. 2.- Equipos utilizados en el proceso continuo	54
Cuadro 4. 3.- Materiales utilizados en el proceso continuo	54
Cuadro 4. 4.- Cálculo de flujo planta piloto	58
Cuadro 4. 5.- Equipos utilizados en el proceso continuo en 24hrs	64
Cuadro 4. 6.- Materiales utilizados en el proceso continuo en 24hrs	64

ÍNDICE DE TABLAS

CONTENIDO	Pág.
Tabla 4.1.- Cantidad de alimento	37
Tabla 4.2.- Aclimatación día uno abril/08/2011	37
Tabla 4.3.- Aclimatación día dos abril/09/2011	38
Tabla 4.4.- Aclimatación día tres abril/10/2011	38
Tabla 4.5.- Aclimatación día cuatro abril/11/2011	39
Tabla 4.6.- Aclimatación día cinco abril/12/2011	39
Tabla 4.7.- Aclimatación día seis abril/13/2011	40
Tabla 4.8.- Aclimatación día siete abril/14/2011	40
Tabla 4.9.- Aclimatación día ocho abril/15/2011	41
Tabla 4.10.- Aclimatación día nueve abril/16/2011	41
Tabla 4.11.- Aclimatación día diez abril/17/2011	42
Tabla 5.1.- Caracterización entrada y salida planta piloto de tratamiento, día uno	67
Tabla 5.2.- Caracterización entrada y salida planta piloto de tratamiento, día dos	77
Tabla 5.3.- Caracterización entrada y salida planta piloto de tratamiento, día tres	87
Tabla 5.4.- Resumen de valores y porcentajes de remoción tratamiento continuo	97
Tabla 5.5.- Caracterización entrada y salida planta piloto de tratamiento, proceso continuo en 24hrs	100
Tabla 5.6.- Resumen de valores y porcentajes de remoción tratamiento proceso continuo en 24hrs	112

ÍNDICE DE GRÁFICOS

CONTENIDO	Pág.
Gráfico N°2.1.- Diagrama anatómico de un Oligoqueto	21
Gráfico N°4.1.- Diagrama de flujo proceso de producción planta camarón	33
Gráfico N°4.2.- Tanque de homogenización de la planta piloto de tratamiento	45
Gráfico N°4.3.- Vista de planta trampa de grasa planta piloto de tratamiento	46
Gráfico N°4.4.- Vista frontal trampa de grasa planta piloto de tratamiento	47
Gráfico N°4.5.- Vista de planta sedimentador primario planta piloto de tratamiento	48
Gráfico N°4.6.- Vista frontal sedimentador primario planta piloto de tratamiento	48
Gráfico N°4.7.- Vista de planta Lombrifiltro planta piloto de tratamiento	49
Gráfico N°4.8.- Vista frontal Lombrifiltro planta piloto de tratamiento	49
Gráfico N°4.9.- Planta Piloto de Tratamiento	50
Gráfico N°5.1.- Potencial Hidrógeno entrada y salida planta piloto de tratamiento día uno	68
Gráfico N°5.2.- Temperatura entrada y salida planta piloto de tratamiento día uno	69
Gráfico N°5.3.- Aceites y Grasas entrada y salida planta piloto de tratamiento día uno	70
Gráfico N°5.4.- Demanda Bioquímica de Oxígeno entrada y salida planta piloto de tratamiento día uno	71
Gráfico N°5.5.- Demanda Química de Oxígeno entrada y salida planta piloto de tratamiento día uno	72

ÍNDICE DE GRÁFICOS

CONTENIDO	Pág.
Gráfico N°5.6.- Fosfatos entrada y salida planta piloto de tratamiento día uno	73
Gráfico N°5.7.- Nitratos entrada y salida planta piloto de tratamiento día uno	74
Gráfico N°5.8.- Sólidos Suspendidos Totales entrada y salida planta piloto de tratamiento día uno	75
Gráfico N°5.9.- Sólidos Disueltos Totales entrada y salida planta piloto de tratamiento día uno	76
Gráfico N°5.10.- Potencial Hidrógeno entrada y salida planta piloto de tratamiento día dos	78
Gráfico N°5.11.- Temperatura entrada y salida, planta piloto de tratamiento día dos	79
Gráfico N°5.12.- Aceites y Grasas entrada y salida, planta piloto de tratamiento día dos	80
Gráfico N°5.13.- Demanda Bioquímica de Oxígeno entrada y salida planta piloto de tratamiento día dos	81
Gráfico N°5.14.- Demanda Química de Oxígeno entrada y salida planta piloto de tratamiento día dos	82
Gráfico N°5.15.- Fosfatos entrada y salida, planta piloto de tratamiento día dos	83
Gráfico N°5.16.- Nitratos entrada y salida, planta piloto de tratamiento día dos	84
Gráfico N°5.17.- Sólidos Suspendidos Totales entrada y salida planta piloto de tratamiento día dos	85
Gráfico N°5.18.- Sólidos Disueltos Totales entrada y salida planta piloto de tratamiento día dos	86
Gráfico N°5.19.- Potencial Hidrógeno entrada y salida planta piloto de tratamiento día tres	88

ÍNDICE DE GRÁFICOS

CONTENIDO	Pág.
Gráfico N°5.20.- Temperatura entrada y salida planta piloto de tratamiento día tres	89
Gráfico N°5.21.- Aceites y Grasas entrada y salida planta piloto de tratamiento día tres	90
Gráfico N°5.22.- Demanda Bioquímica de Oxígeno entrada y salida planta piloto de tratamiento día tres	91
Gráfico N°5.23.- Demanda Química de Oxígeno entrada y salida planta piloto de tratamiento día tres	92
Gráfico N°5.24.- Fosfatos entrada y salida planta piloto de tratamiento día tres	93
Gráfico N°5.25.- Nitratos entrada y salida planta piloto de tratamiento día tres	94
Gráfico N°5.26.- Sólidos Suspendidos Totales entrada y salida planta piloto de tratamiento día tres	95
Gráfico N°5.27.- Sólidos Disueltos Totales entrada y salida planta piloto de tratamiento día tres	96
Gráfico N°5.28.- Concentrado de parámetros de entrada a la planta piloto de tratamiento proceso continuo	98
Gráfico N°5.29.- Concentrado de parámetros de salida de la planta piloto de tratamiento proceso continuo	99
Gráfico N°5.30.- Potencial Hidrógeno entrada y salida planta piloto de tratamiento proceso Bach	101
Gráfico N°5.31.- Temperatura entrada y salida planta piloto de tratamiento día proceso Bach	102
Gráfico N°5.32.- Aceites y Grasas entrada y salida planta piloto de tratamiento proceso Bach	103
Gráfico N°5.33.- Demanda Bioquímica de Oxígeno entrada y salida planta piloto de tratamiento proceso Bach	104

ÍNDICE DE GRÁFICOS

CONTENIDO	Pág.
Gráfico N°5.34.- Demanda Química de Oxígeno entrada y salida planta piloto de tratamiento proceso Bach	105
Gráfico N°5.35.- Fosfatos entrada y salida planta piloto de tratamiento proceso Bach	106
Gráfico N°5.36.- Nitratos entrada y salida planta piloto de tratamiento proceso Bach	107
Gráfico N°5.37.- Sólidos Suspendidos Totales entrada y salida planta piloto de tratamiento proceso Bach	108
Gráfico N°5.38.- Sólidos Disueltos Totales entrada y salida planta piloto de tratamiento proceso Bach	109
Gráfico N°5.39.- Concentrado entrada de A.R.I, a la planta piloto de tratamiento	110
Gráfico N°5.40.- Concentrado salida de la A.R.I.T, de la planta piloto de tratamiento	111

ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS

CONTENIDO	Pág.
Fotografía 2.1.- Lombriz de tierra	18
Fotografía 4.1.- Sitio de recolección de lombriz	35
Fotografía 4.2.- Lombrices en aclimatación	42
Fotografía 4.3.- Conteo de lombrices	43
Fotografía 4.4.- Separación de lombrices por tamaño	43
Fotografía 4.5.- Material de relleno filtrante	56
Fotografía 4.6.- Colocación de lombriz en el lombrifiltro	56
Fotografía 4.7.- Regulación de flujo de entrada	57
Fotografía 4.8.- Regulación de flujo a la salida	57
Fotografía 4.9.- Primer monitoreo en la entrada de la planta piloto	60
Fotografía 4.10.- Primer monitoreo a la salida de la planta piloto	60
Fotografía 4.11.- Preservación de la muestra	61
Fotografía 4.12.- Segundo monitoreo en la entrada de la planta piloto	62
Fotografía 4.13.- Segundo monitoreo a la salida de la planta piloto	62
Fotografía 4.14.- Tercer monitoreo en la entrada de la planta piloto	63
Fotografía 4.15.- Tercer monitoreo a la salida de la planta piloto	63
Fotografía 4.16.- Toma de muestra en el proceso Bach	66
Fotografía 4.17.- Monitoreo proceso Bach	66

UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL

FACULTAD DE INGENIERÍA QUÍMICA

MAESTRÍA EN INGENIERÍA AMBIENTAL

**“TRATABILIDAD DE LAS AGUAS RESIDUALES
INDUSTRIALES DE UNA EMPACADORA DE CAMARÓN EN LA
DEGRADACIÓN DE LA MATERIA ORGÁNICA MEDIANTE LA
ADAPTACIÓN Y APLICACIÓN DE LOMBRICES ACUÁTICAS”**

AUTOR: ING JAIRO SEBASTIÁN MENDIETA BRAVO

ASESOR: MSc. VÁSCONEZ GAVILANES JOSÉ ERNESTO

FECHA: ENERO DEL 2012

RESUMEN

El propósito fundamental de la presente tesis de grado es presentar a las personas que se interesen por el tema, la importancia, y un método diferente de tratamiento de aguas residuales industriales de una empacadora de camarón, el problema que se presenta en este tema, es la poca investigación en el campo científico ecuatoriano para desarrollar otra forma de tratamiento con la utilización de materias primas que existan en nuestro medio como las lombrices. El marco teórico que contempla el presente trabajo de investigación, está en función de las dos variables definidas en el problema: la independiente (tratabilidad de las aguas residuales industriales) y la dependiente (degradación de la materia orgánica). La metodología que se utilizó está basada en técnicas documentales y de campo (observación y experimentación) con sus respectivos instrumentos, y el análisis e interpretación de los resultados. La importancia radica en facilitar a las empresas asentadas en el país especialmente en Guayaquil las herramientas necesarias para el tratamiento de sus aguas residuales. El aporte de la presente tesis son los resultados de los parámetros caracterizados en el proceso de tratamiento en la fase de experimentación. Los beneficiarios serán los involucrados en el tema de investigación, la institución educativa Universidad de Guayaquil, las empresas del mar y la sociedad ecuatoriana en general.

ABSTRACT